

Desain Sistem Robot Pengusir Tikus Sawah *PlantBotHex* pada Model Lahan Pertanian

Khairul Anam¹, Endra Pitowarno², Moh. Wildan³

¹Teknik Elektro Universitas Jember Jl. Slamet Riyadi 62 Jember

email : kh.anam.sk@gmail.com

²EEPIS-ITS, Kampus ITS Keputih Ssukolilo

Email : epit@eepis-its.edu

³Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember

Email : mwildan.faperta@unej.ac.id

Abstract

Penelitian ini bertujuan mendesain sistem robot yang digunakan dalam bidang pertanian sebagai alternatif penanganan hama tanaman padi. Desain robot yang digunakan adalah model hexapod dengan mekanisme satu aktuator untuk setiap kakinya. Sistem kontrol yang digunakan terdiri dari kontroller level atas dan level bawah. Kontroller level bawah bertugas menjamin perputaran setiap kakinya adalah 360derajat. Kontroller level atas berupa sistem kontrol behavior-based yang terdiri dari beberapa behavior dan satu koordinator. Pengujian dilakukan pada setiap behavior dan perpaduan sistem secara keseluruhan pada model lingkungan sawah. Hasil pengujian secara simulasi menunjukkan bahwa robot dapat bekerja sesuai dengan desain.

1. Pendahuluan

Tikus sawah merupakan hama utama penyebab kerusakan terbesar tanaman padi, terutama di dataran rendah berpola tanam intensif. Tikus sawah juga mampu menimbulkan kerusakan pada sayuran, buah-buahan, dan tanaman perkebunan. Tikus sawah merusak semua stadia tumbuh padi, sejak pesemai hingga panen (prapanen), bahkan dalam gudang penyimpanan (pascapanen). Kerusakan tanaman padi yang parah terjadi apabila tikus menyerang stadia generatif padi (padi bunting hingga panen), karena tanaman sudah tidak mampu membentuk anakan baru. Ciri khas petak terserang tikus sawah adalah kerusakan tanaman dimulai dari tengah petak, kemudian meluas ke arah pinggir, sehingga pada keadaan serangan berat hanya menyisakan 1-2 baris padi di pinggir petakan lahan. Pada setiap tahunnya, kerusakan akibat serangan tikus sawah selalu menempati urutan pertama dibanding hama padi yang lain. Pada tahun

2000-2005, luas serangan mencapai 100.969,7 ha per tahun dengan intensitas kerusakan 18,03% [1].

Untuk mengatasi kerugian petani akibat hama tikus telah dicetuskan konsep Pengendalian Hama Tikus Terpadu (PHTT) dalam International Conference on Ecologically-Based Rodent Management di Beijing China (1998) dan Canberra Australia (2002). Penanganan hama tikus sawah dilakukan sejak dini dan berkelanjutan dengan memanfaatkan kombinasi teknologi pengendalian yang sesuai dan tepat waktu. [1].

Ragam teknologi pengendalian hama tikus terpadu yang direkomendasikan oleh balai besar penelitian tanaman padi [1] adalah metode sanitasi lingkungan, metode kultur teknik seperti pengaturan pola tanam, metode fisik mekanis seperti penggunaan jerat/perangkap dengan teknologi Trap Barrier System (TBS) dan Linier Trap Barrier System (LTBS), metode biologi seperti konservasi predator dan metode kimiawi seperti fumigasi/pengemposan.

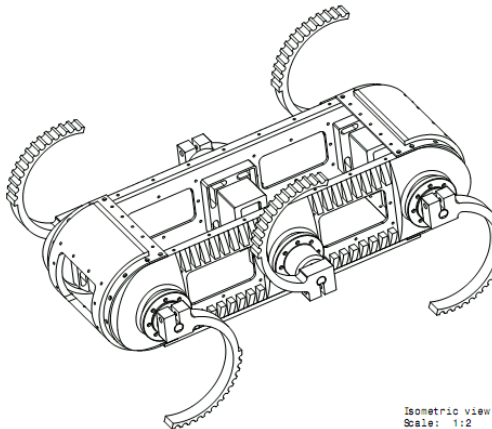
Teknologi pembangkitan sinyal ultrasonik untuk mengusir tikus telah banyak beredar di toko-toko elektronik di Indonesia dan bahkan dipromosikan secara on line di internet. Akan tetapi teknologi ini hingga kini tidak menjadi bagian dari pengendalian hama tikus terpadu. Berdasarkan penelitian Askham [2], penggunaan sinyal ultrasonik untuk mengusir tikus tidak efektif karena sinyal ultrasonik akan memantul jika mengenai obyek sehingga tikus yang berada di balik sebuah obyek tidak akan terpengaruh. Alasan yang lain adalah keterbatasan jangkauan dari sinyal ultrasonik sehingga tikus yang ada diluar jangkauannya tidak akan terpengaruh. Oleh karena itulah diperlukan sinyal pembangkit ultrasonik yang dapat menjangkau semua bagian dari area kerja tikus.

Kondisi ini memunculkan ide untuk mendesain sebuah robot yang bekerja pada lingkungan sawah dan dapat pemeratakan sinyal ultrasonik sehingga mampu menghambat aktifitas tikus.

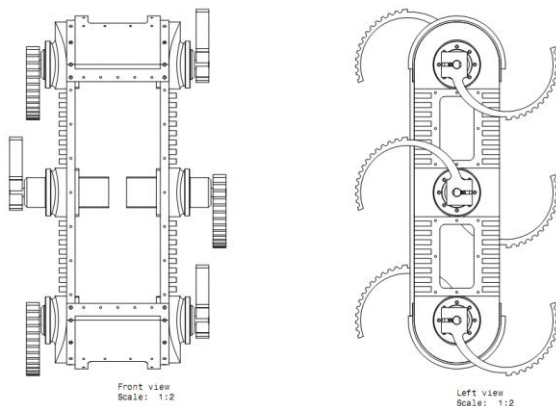
Lingkungan lahan sawah yang tidak beraturan, kondisi tanah yang berubah mulai berair sampai yang kering, posisi tanaman padi yang rapat dan struktur lahan yang membentuk petak-petak menjadikan desain robot ini cukup rumit. Pada tahap awal, penelitian ini difokuskan pada model lahan padi. Struktur robot menggunakan struktur robot berkaki enam dengan skema *single actuated actuator*[3] dengan teknik pengendalian robot yang tidak berbasis model yaitu *behavior-based control*[4,5].

2. Desain PlantBotHex

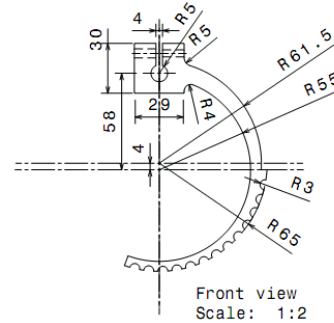
Desain robot *PlantBotHex* mengacu pada desain model *single actuated hexapod robot*[6]. *PlantBotHex* menggunakan enam kaki seperti ditunjukkan oleh Gambar 1 dan 2. Sebagaimana pada [3], desain robot dengan *single actuated* ini dapat bekerja pada segala medan. Ukuran keseluruhan robot adalah $18 \times 35 \text{ cm}^2$.



Gambar 1. Desain Robot *PlantBotHex*



Gambar 2. *PlantBotHex* Tampak Atas dan Samping



Gambar 3. Bentuk kaki *PlantBotHex*

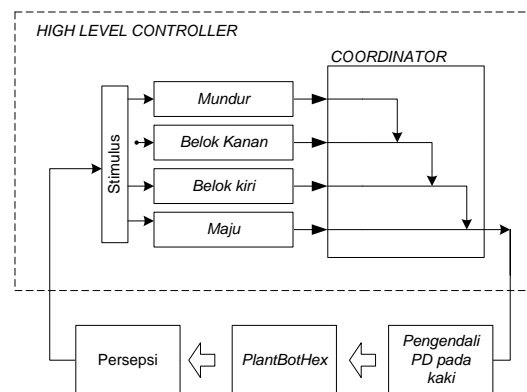
Penggerak *PlantBotHex* adalah enam buah kaki yang setiap kaki hanya ada satu penggerak(1 DOF) dengan bentuk seperti huruf c. Bentuk kaki yang demikian memberikan *passive walking* bagi robot [6].

Aktuator yang digunakan pada *PlantBotHex* adalah motor servo dari dynamixel AX-12 yang dibuat bekerja secara kontinyu. Pada [3] digunakan jenis motor DC 20 W planetary gearhead sehingga dihasilkan reduksi 33:1. Namun karena mahalnya biaya yang dibutuhkan maka dipakialah alternatif penggunaan servo continuous dengan pertimbangan robot tidak dituntut untuk berjalan cepat. Sebagai pusat kontrolnya, digunakan microcontroller ATMEGA128. Robot ini juga dilengkapi dengan 8 buah sensor infrared *range finder* untuk keperluan navigasinya.

3. Sistem Kontrol PlantBotHex

Sistem kontrol pada *PlantBotHex* terdiri dari dua bagian yaitu kontroller level rendah(*low-level controller*) dan kontroller level atas(*high level controller*).

Kontroller level rendah bertugas untuk mengendalikan tiap aktuator robot sehingga bergerak sesuai dengan target posisi yang diberikan. Pada *PlantBotHex*, tiap aktuator dikendalikan menggunakan pengendali PID. Tujuan dari pengendali PD adalah mengendalikan putaran motor sehingga berputar sesuai dengan putaran yang diinginkan.



Gambar 5. Sistem Kontrol pada *PlantBotHex*

Kontroller level atas bertugas mengendalikan pergerakan robot. Luaran dari kontroller level atas diumpungkan ke kontroller level rendah. Kontroller level atas yang dipaparkan pada artikel ini terdiri dari empat *behavior* yaitu bergerak maju, mundur, belok kiri dan belok kanan.

Pada *behavior* bergerak maju, tiga kaki robot berputar penuh berlawanan arah jarum jam sedangkan tiga lain tetap berada di tanah. Kedua kelompok kaki-kaki ini bergantian berputar. Kelompok kaki pertama disebut kelompok kaki kiri terdiri dari dua kaki kiri depan dan belakang dan satu kaki kanan tengah. Kelompok kedua disebut kelompok kaki kanan terdiri dari kaki kanan depan dan belakang dan satu kaki kiri tengah. Perpindahan gerakan dari kelompok kaki kiri ke kelompok kaki kanan atau sebaliknya mempengaruhi kecepatan pergerakan robot. Namun ada batasan yang harus diperhatikan dikarenakan motor servo kontinyus bergerak lambat sehingga jika perpindahannya terlalu cepat maka tubuh robot akan membentur tanah.

Pada *behavior* bergerak mundur, putaran tiap kaki dibalik. Dengan mekanisme yang sama dengan *behavior* bergerak maju, maka robot akan bergerak mundur.

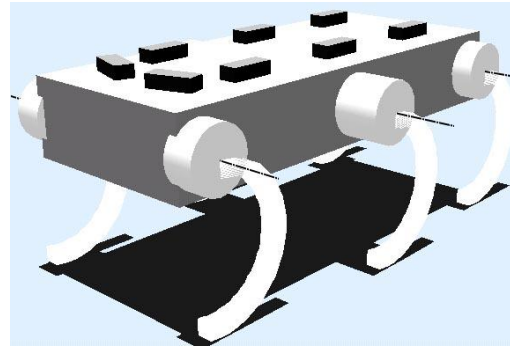
Mekanisme *behavior* belok memiliki perbedaan dengan *behavior* maju dan mundur. Namun tetap menggunakan konsep kelompok kaki kiri dan kanan. Hanya memiliki perbedaan arah gerakan pada kaki bagian tengah jika dibandingkan dengan dua kaki lainnya. Dengan asumsi robot menghadap ke kanan, maka untuk *behavior* belok kiri, kelompok kaki kiri berputar searah jarum jam kecuali kaki kanan tengah berlawanan arah jarum jam sedangkan kelompok kaki kanan bergerak berlawanan arah jarum jam kecuali kaki kiri tengah yang searah jarum jam.

Untuk *behavior* belok kanan, kelompok kaki kiri berputar berlawanan arah jarum jam kecuali kaki kanan tengah yang searah jarum jam dengan asumsi robot menghadap ke kanan.

Kontroller level atas masih dapat dikembangkan lagi untuk pergerakan robot mandiri dengan *behavior-behavior* yang lebih kompleks.

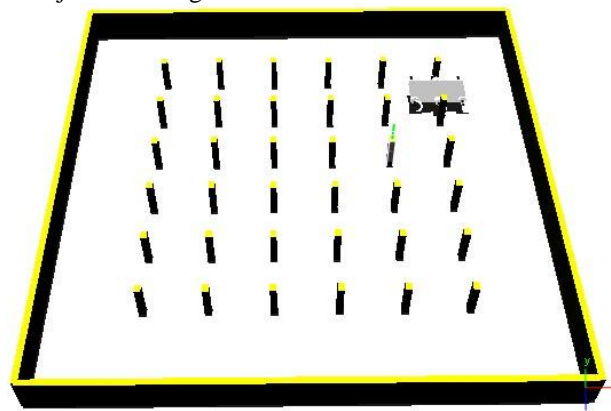
Fungsi koordinator pada gambar 5 adalah sebagai pengatur *behavior* mana yang semestinya memberikan luarannya pada kontroller level rendah. Koordinator ini dibangun dari keadaan sensor atau dapat dioperasikan secara manual.

Pengujian sistem kontrol robot *PlantBotHex* dilakukan secara simulasi menggunakan software webot 6.1.3 dengan bentuk robot seperti ditunjukkan oleh gambar 6.



Gambar 6. Model Robot untuk Simulasi

Lapangan yang digunakan dalam simulasi ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 7. Model Lapangan Sawah

4. Hasil dan Pembahasan

Desain struktur robot telah berhasil dibuat. Adapun hasilnya ditunjukkan oleh gambar-gambar berikut ini.



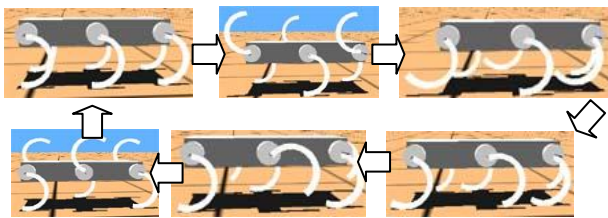
Gambar 8. Bentuk Fisik Robot *PlantBotHex*



Gambar 9. Bentuk fisik *PlantBotHex* dari sisi lain

Sistem kontrol robot untuk *PlantBotHex* masih sebatas simulasi. Simulasi menggunakan perangkat lunak webots 6.1.3.

4.1 Uji Simulasi Gerak Maju

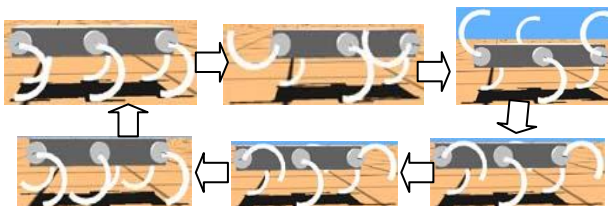


Gambar 10. Uji gerak Maju

Gerak maju diawali dengan kelompok kaki kiri yang berputar 360 derajat ke depan. Setelah kelompok kaki kiri mendekati tanah maka kelompok kaki kanan segera berputar 360 derajat ke depan. Demikian seterusnya sehingga diperoleh pergerakan maju.

4.2 Uji Gerak Mundur

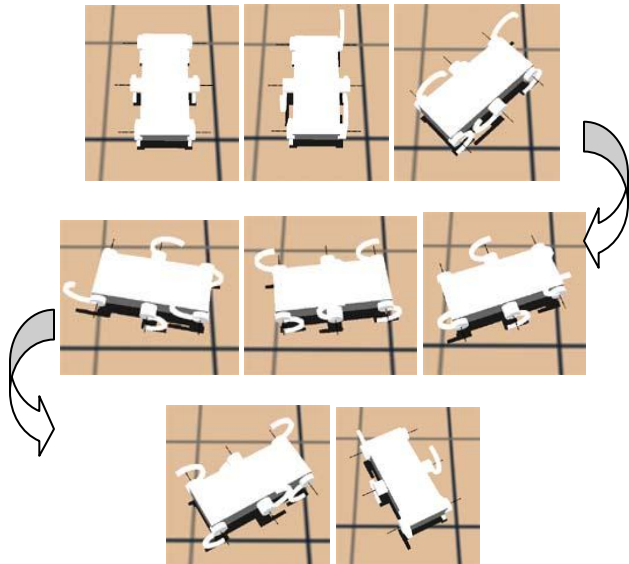
Gerak mundur kebalikan dari gerak maju. Pada gerak mundur, kelompok kaki kiri bergerak berputar ke belakang 360 derajat. Kelompok kaki kanan akan melakukan hal serupa beberapa saat sebelum kelompok kaki kiri menyentuh tanah. Dengan demikian akan diperoleh pergerakan mundur robot.



Gambar 11. Uji gerak Mundur

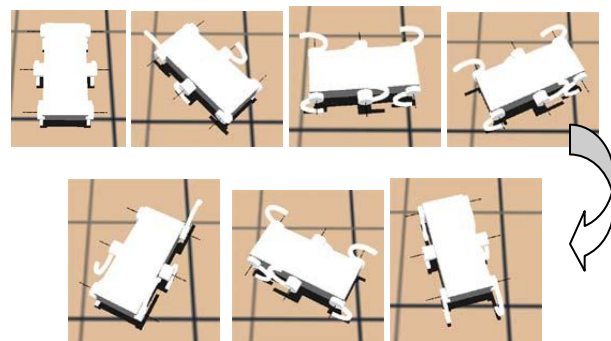
4.3 Uji Belok

Pada uji belok, pergerakan kaki di tiap kelompok kaki berbeda dengan yang lainnya untuk kaki bagian tengah. Untuk belok ke kanan, kelompok kaki kiri bergerak berputar ke depan kecuali kaki tengah bagian kanan yang bergerak berputar ke belakang. Sesaat sebelum kelompok kaki kiri menyentuh tanah, kelompok kaki kanan berputar ke belakang kecuali kaki kiri tengah. Gambar 12 menunjukkan behavior belok kanan dari robot



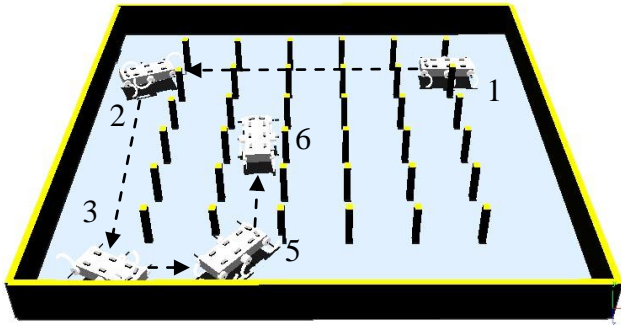
Gambar 12. Uji belok kanan

Untuk uji belok kiri, perilaku pergerakan kaki sebagaimana belok kanan hanya saja kelompok kaki kiri bergerak berputar ke belakang dan kelompok kaki kanan bergerak berputar maju sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 13.



Gambar 13. Uji belok kiri

4.4 Uji Sistem Keseluruhan



Gambar 13. Pengujian Sistem secara keseluruhan

Dengan menggabungkan setiap behavior dalam konsep *behavior-based control*, maka robot diuji pada lingkungan yang dimodelkan meniru bentuk sawah. Hasil pengujian ditunjukkan oleh gambar 13. Robot melangkah dari posisi 1 kemudian menuju posisi 2. Karena ada tembok di depannya, robot bergerak ke kiri. Pada posisi 3 robot berbelok ke kiri lagi karena ada dinding pada depan dan kirinya. Pada posisi 5, robot diintervensi secara manual sehingga berbelok dan menuju posisi 6.

Hasil simulasi ini cukup sebagai bahan untuk menerapkan sistem kontrol robot sebenarnya dengan beberapa perbaikan. Cara pergerakan robot dalam simulasi ini dapat digunakan untuk mendesain sistem kontrol pada robot sebenarnya.

5. Kesimpulan

Artikel ini bertujuan untuk mendesain sebuah sistem robot untuk keperluan pertanian. Secara struktur robot telah selesai dikerjakan. Penerapan sistem kontrol robot pada robot sebenarnya diawali dengan uji sistem secara simulasi. Artikel ini mengetengahkan hasil simulasi sistem kontrol untuk *PlantBotHex*, robot pertanian berkaki enam. Setiap behavior bekerja sesuai desain yang ditetapkan. Demikian pula dengan uji sistem secara keseluruhan yang menggabungkan semua behavior sebelumnya dalam satu kesatuan. Hasil pengujian simulasi menunjukkan bahwa sistem kontrol dapat bekerja dengan baik.

Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Jember dalam skema Penelitian HIBAH PEKERTI tahun 2010 dengan SPK. 427/H25.3.1/PL.6/2010

Daftar Pustaka

- [1] Agus W.A, Sudarmaji, "Modul Pengendalian Hama Tikus Terpadu (PHTT)", Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2008
- [2] Askham, L, 1992, "Ultrasonic and Subsonic Pest Control Device", Washington State University, Code 360 A
- [3] U Saranli, M Buehler, Daniel E K, "Rhex : Simple and Highly Mobile Hexapod Robot", The International Journal of Robotic Research, Vol 20, No. 7 July 2001, pp 616-631
- [4] Arkin, R. C. " Motor schema based navigation for a mobile robot: an approach to programming by behaviour". The International Journal of Robotics Research, Vol. 8, No. 4, hal. 92 – 112, 1989
- [5] Brooks, R., "A robust layered control system for a mobile robot," IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. 2, No. 1, hal. 14–23, 1986
- [6] M Buehler, Daniel E K, U Saranli, "Single Actuator per Leg Robotic Hexapod", US Patent 6.481.513 B2, Nov 19, 2002